



12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 86102619.3

51 Int. Cl. 4: B65H 54/38, B65H 54/42

22 Anmeldetag: 28.02.86

30 Priorität: 05.03.85 DE 3507632  
25.04.85 DE 3514875  
29.06.85 DE 3523322

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
17.09.86 Patentblatt 86/38

84 Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI

71 Anmelder: b a r m a g Barmer Maschinenfabrik  
Aktiengesellschaft  
Leverkuser Strasse 65 Postfach 110 240  
D-5630 Remscheid 11(DE)

72 Erfinder: Gerhartz, Siegmar, Dipl.-Ing.  
Höhenweg 67  
D-5630 Remscheid 11(DE)

74 Vertreter: Pfingsten, Dieter, Dipl.-Ing.  
barmag Barmer Maschinenfabrik AG Leverkuser  
Strasse 65 Postfach 110240  
D-5630 Remscheid 11(DE)

54 Aufwickelverfahren.

57 Zum Aufwickeln von Fäden, insbesondere Chemiefäden, zu Kreuzspulen wird eine Stufenpräzisionswicklung angewandt. Dabei wird die Changiergeschwindigkeit zwischen einem oberen Grenzwert und einem unteren Grenzwert zunächst mit der Spindeldrehzahl hyperbolisch abgesenkt und sodann sprunghaft erhöht. Hierdurch ergibt sich von Stufe zu Stufe ein konstantes Spulverhältnis. Zur Verbesserung des Wickelaufbaus wird das in jeder Stufe konstante Spulverhältnis mit einer Modulationsbreite von weniger als 0,1% und einer Frequenz von mehr als 10 pro Minute durch entsprechende Änderung der Changiergeschwindigkeit ständig moduliert und hierdurch dem Changiersystem eine Ungenauigkeit aufgezwungen. Durch diese bewußt herbeigeführte Ungenauigkeit können die Folgen systemimmanenter Ungenauigkeiten eliminiert werden.

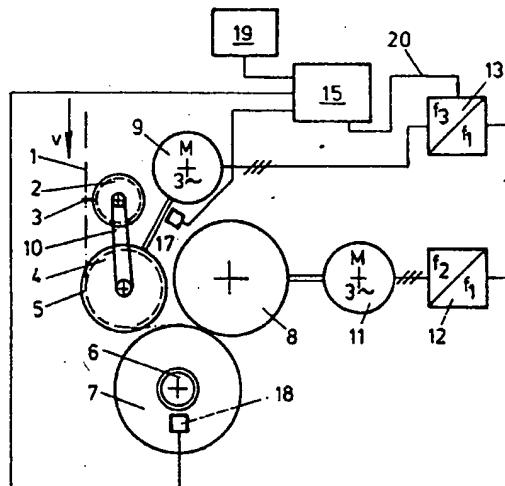


FIG.3

## Aufwickelverfahren

Die Erfindung betrifft ein Aufwickelverfahren für Fäden, insbesondere Chemiefäden in Spinn- und Streckmaschinen.

Chemiefäden sind Fäden aus thermoplastischen Materialien. Die Industrie benutzt insbesondere Polyester (Polyäthylenterephthalat) und Polyamide (Nylon 6, Nylon 6.6). Chemiefäden bestehen aus einer Vielzahl von Einzelkapillaren und werden daher als multifil bezeichnet.

Derartige multifile Chemiefäden bieten beim Aufspulen das Problem der Spiegelbildung, wenn sie in wilder Wicklung aufgespult werden.

Bei der wilden Wicklung erfolgt die Bildung der Spulen bei konstanter Spulenumfangsgeschwindigkeit und bei konstanter Changiergeschwindigkeit. Daraus ergibt sich, daß das Spulverhältnis -das ist das Verhältnis der Drehzahl der Spulspindel zu der Doppelhubzahl der Changierung - (ns/DH) - im Verlauf der Spulreise stetig abnimmt, da auch die Drehzahl der Spulspindel mit wachsendem Spulendurchmesser abnimmt. Dabei entsteht Spiegel, wenn das Spulverhältnis ganzzahlig wird oder Werte annimmt, die sich um einen großen Bruch vom nächsten ganzzahligen Spulverhältnis unterscheiden. Als "großer Bruch" wird dabei ein Bruch bezeichnet, dessen Nenner eine kleine ganze Zahl - (Integer) ist, also z.B. 1/2, 1/3, 1/4.

Bei einer Präzisionswicklung erfolgt der Spulenaufbau mit einer Changiergeschwindigkeit, die der Drehzahl der Spulspindel direkt proportional ist. Das bedeutet, daß bei einer Präzisionswicklung das Spulverhältnis -das ist das Verhältnis der Drehzahl der Spulspindel zu der Doppelhubzahl der Changiergeschwindigkeit -fest vorgegeben wird und im Laufe der Spulreise konstant bleibt, während die Changiergeschwindigkeit proportional zur Spindeldrehzahl mit dem Spulverhältnis als Proportionalitätsfaktor abnimmt. Eine in Präzisionswicklung aufgebaute Spule kann gegenüber einer in wilder Wicklung aufgebauten Spule Vorteile haben. Insbesondere läßt sich bei einer Präzisionswicklung durch Vorgabe des Spulverhältnisses die Spiegelbildung vermeiden.

Die sog. gestufte Präzisionswicklung unterscheidet sich von der Präzisionswicklung dadurch, daß das Spulverhältnis nur während vorgegebener Phasen der Spulreise konstant bleibt. Von Phase zu Phase wird das Spulverhältnis in Sprüngen durch sprunghafte Erhöhung der Changiergeschwindigkeit vermindert.

Das bedeutet, daß bei der gestuften Präzisionswicklung innerhalb jeder Phase bzw. Stufe eine Präzisionswicklung erfolgt, bei der die Changiergeschwindigkeit proportional mit der Spindeldrehzahl abnimmt. Nach jeder Phase wird die Changiergeschwindigkeit wieder sprunghaft erhöht, so daß sich ein erneuertes Spulverhältnis ergibt. Dabei müssen die Spulverhältnisse, die während der einzelnen Phasen eingehalten werden sollen, vorausberechnet und einprogrammiert werden.

Bei dem durch die DE-AS 26 49 780 bekannten Spulverfahren mit Stufenpräzisionswicklung werden innerhalb einer Spulreise nur wenige Spulverhältnisse als ganzzählige Verhältnisse vorgegeben und durch Eingabe des Fadenabstandes von einem Rechner eingestellt. Das ist nur möglich, weil gleichzeitig eine Regelung der Fadenzugkraft erfolgt. Wo das nicht der Fall ist, dürfen die Änderungen der Changiergeschwindigkeit jedoch nur so klein gewählt werden, daß die Fadenzugkraft innerhalb bestimmter Grenzen bleibt.

Deshalb wird für die Changiergeschwindigkeit ein oberer Grenzwert und ein unterer Grenzwert vorgegeben, und es werden nur Änderungen der Changiergeschwindigkeit zwischen diesen Grenzwerten zugelassen. Dabei ist der

Bereich zwischen diesen Grenzwerten so eng gewählt, daß die Änderung der Changiergeschwindigkeit nicht zu unzulässigen Fadenspannungsänderungen führt. Gleichwohl muß vermieden werden, daß Spulverhältnisse mit Spiegel-symptomen eingestellt werden. Die Vorausberechnung der nacheinander einzustellenden Spulverhältnisse hat daher mit großer Sorgfalt und Genauigkeit zu erfolgen und es sind in Zweifelsfällen auch Versuche darüber durchzuführen, ob ein vorausberechnetes Spulverhältnis in der Praxis tatsächlich nicht zu Spiegel-symptomen führt.

Es hat sich nun herausgestellt, daß zwar die Spulverhältnisse, die nacheinander eingestellt werden sollen, mit großer Genauigkeit so berechnet werden können, daß eine gute Präzisionswicklung theoretisch entstehen sollte, daß jedoch trotzdem von Zeit zu Zeit dicke Wülste in rautenförmiger Anordnung auf der Spulenoberfläche entstehen. Es war nicht möglich, diese Erscheinung durch noch genauere Vorausberechnung der Spulverhältnisse zu vermeiden.

Es wurde nun gefunden, daß zur Erzielung einer optimalen Fadenablage die Spulverhältnisse nicht nur mit großer Genauigkeit vorgeberechnet, sondern auch genau eingehalten werden müssen, und daß hier die elektrische und elektronische Meß- und Regelungstechnik, die für die Messung der Drehzahlen und für die Einhaltung der Proportionalität zwischen Spindelgeschwindigkeit und Changiergeschwindigkeit verantwortlich ist, zumindest auf ihre wirtschaftlichen Grenzen stößt.

Erforderlich zur Erzielung der ausreichenden Genauigkeit wäre insbesondere der Einsatz eines Synchronmotors zum Antrieb der Changiereinrichtung.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, das Verfahren der Stufenpräzisionswicklung zu einem geeigneten Verfahren zur Herstellung von qualitativ hochwertigen Spulen mit großem Durchmesser zu machen, auch wenn die technisch bedingte Genauigkeit der elektronischen, elektrischen und mechanischen Einrichtungen nicht gestaltet, die Spulverhältnisse genau einzuhalten, die zuvor als optimal ermittelt und eingeprägrammiert wurden.

Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich dadurch aus, daß eine Ungenauigkeit des Spulverhältnisses bewußt herbeigeführt wird. Dabei macht sich die Erfindung die Erkenntnis zunutze, daß die unbeabsichtigte Ungenauigkeit konstant und stets dieselbe Phasenrichtung zu dem genauen Wert hat, so daß auch die durch die Ungenauigkeit des Spulverhältnisses hervorgerufenen Mängel der Fadenablage nach Größe und Phasenrichtung konstant sind. Der Antrieb der Changiereinrichtung wird z.B. - schneller laufen als durch das Programm vorgegeben ist. Er wird jedoch nicht schwankend zeitweise schneller und zeitweise langsamer laufen als durch das Programm vorgegeben ist. Durch die erfindungsgemäß beabsichtigte, jedoch - schwankende Ungenauigkeit werden bewußt Mängel in der Fadenablage herbeigeführt, die jedoch nach Größe und Phasenrichtung ebenfalls schwanken. Hierdurch werden nicht nur die Folgen dieser Mängel eliminiert, sondern die Mängel der Fadenablage werden gänzlich beseitigt.

Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Modulation des Spulverhältnisses hat eine Modulationsbreite A, die so klein ist, daß sich die Changiergeschwindigkeit um nicht mehr als  $\pm 0,5\%$  des berechneten und eingeprägrammierten Wertes der Changiergeschwindigkeit ändert. Das bedeutet, daß die Modulationsbreite des Spulverhältnisses grundsätzlich kleiner als 0,1%, vorzugsweise aber kleiner als 1 Promille und

in aller Regel auch kleiner als 0,5 Promille ist. Es hat sich herausgestellt, daß die Modulationsbreite, bezogen auf das Spulverhältnis im wesentlichen gleich der Modulationsbreite, bezogen auf die Changiergeschwindigkeit ist.

Im Rahmen dieser Anmeldung ist die Modulationsbreite angegeben durch die Formel

$$A = (KO - KU) \times 2 / KO + KU = 2 (KO - KM) / KM = 2 (KM - KU) / KM$$

wobei

K das Spulverhältnis

KM das mittlere Spulverhältnis während der Phase einer Präzisionswicklung

KO der obere Grenzwert des Spulverhältnisses

KU der untere Grenzwert des Spulverhältnisses ist.

Modulationsbreiten von mehr als 0,5% müssen jedenfalls vermieden werden, da sonst nicht mehr gewährleistet ist, daß kritische Spulverhältnisse nicht durchlaufen werden. Dabei sind als kritische Spulverhältnisse solche Spulverhältnisse anzusehen, bei denen die zuvor beschriebenen Spiegelsymptome auftreten.

Die Modulation erfolgt vorzugsweise periodisch-schwankend. Die Frequenz der Schwankungen muß größer als 5 pro Minute, vorzugsweise größer als 10 pro Minute sein. Bei Frequenzen der Schwankung von mehr als 30 pro Minute können erfahrungsgemäß sämtliche Wickelfehler, die zuvor geschildert wurden, beseitigt werden.

Die Modulation kann auf solche Abschnitte der Spulreise beschränkt werden, in denen erfahrungsgemäß Probleme bei der Aufwicklung, insbesondere Wulstbildungen auftreten. Die Modulation kann jedoch auch in Abhängigkeit von Störungen, die an der Aufwickeleinrichtung in Erscheinung treten, erfolgen. Hierzu ist darauf hinzuweisen, daß Wulstbildung zu Schwingungen der Aufwickeleinrichtung sowie auch zu Geräuschen führen. Sobald derartige Störungen an der Aufwickeleinrichtung eintreten, können diese Störungen durch Sensoren erfaßt und das Ausgangssignal der Sensoren zur Einschaltung der Modulation benutzt werden. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß eine ständige Abtastung, vorzugsweise optische oder pneumatische Abtastung der Spulenoberfläche stattfindet und daß die Modulation eingeschaltet wird, wenn sich auf der Spulenoberfläche Wulstbildungen zeigen.

Es hat sich nun durch Versuche herausgestellt, daß es abhängig von den Spinnparametern, insbesondere Titer, Changiergeschwindigkeit, Spulenlänge und gesamte Spulendicke zweckmäßig sein kann, die Modulationsbreite des Spulverhältnisses im Laufe der Spulreise zu erhöhen. Hierdurch kann die Qualität der Fadenablage weiter verbessert werden.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

In Fig. 1 ist der Verlauf des Spulverhältnisses während dieses Spulenaufbaus von 100 bis 450 mm Durchmesser dargestellt.

Fig. 1A stellt einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 1 dar.

Fig. 2 zeigt ein typisches Changierdiagramm für eine Stufenpräzisionswicklung mit dem Spulendurchmesser D als Abszisse und der Changiergeschwindigkeit VC als Koordi-

nate. Gezeigt ist, daß auf einer Hülse von 100 mm Durchmesser eine Spule aus einem Faden aufgewickelt wird mit einem Enddurchmesser von 450 mm.

5 Die Schwankungen, die nach dieser Erfindung der Changiergeschwindigkeit aufgeprägt werden, sind so gering, daß sie in Fig. 2 nicht dargestellt werden können.

10 Fig. 3 zeigt den Querschnitt durch eine Aufwickelmaschine für Chemiefasern, wobei insbesondere die Steuereinrichtungen gezeigt sind.

Die Aufwickelmaschine wird zunächst anhand von Fig. 3 beschrieben.

15 Der Faden 1 läuft mit der konstanten Geschwindigkeit v durch den Changierfadenführer 3, welcher durch die Kehrgewindewelle 2 in eine Hin- und Herbewegung quer zur Laufrichtung des Fadens versetzt wird. Neben dem Fadenführer 3 gehört zur Changiereinrichtung die Nutwalze 4, in deren endloser, hin- und hergehender Nut der Faden mit teilweiser Umschlingung geführt ist. Mit 7 ist die Spule und mit 6 die frei drehbare Spulspindel (Spindel) bezeichnet. Am Umfang der Spule 7 liegt die Treibwalze 8 an, die mit konstanter Umfangsgeschwindigkeit angetrieben wird. Es sei erwähnt, daß Treibwalze und Changierung einerseits und Spulspindel und Spule andererseits relativ zueinander radial beweglich sind, so daß der Achsabstand zwischen der Spindel 6 und der Treibwalze 8 bei steigendem Durchmesser der Spule veränderbar ist. Die Kehrgewindewelle 2 und die Nutwalze 4 werden durch einen Drehstrommotor, z.B. Asynchronmotor 9, angetrieben. Die Kehrgewindewelle 2 und die Nutwalze 4 sind getrieblich, z.B. durch Treibriemen 10, miteinander verbunden. Die Treibwalze 8 wird durch einen Synchronmotor 11 mit konstanter Umfangsgeschwindigkeit angetrieben. Es sei erwähnt, daß zum Antrieb der Spule auch ein Motor dienen kann, der die Spulspindel 6 unmittelbar antriebt und dessen Drehzahl so gesteuert wird, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Spule auch bei steigendem Spulendurchmesser konstant bleibt. Die Drehstrommotoren 9 und 11 erhalten ihre Energie durch Frequenzwandler 12 und 13. Der Synchronmotor 11, der als Spulantrieb dient, ist an den Frequenzwandler 12 angeschlossen, der die einstellbare Frequenz f2 liefert. Der Asynchronmotor 9 wird durch Frequenzwandler 12 betrieben, der mit einem Rechner 15 verbunden ist. Das Ausgangssignal 20 des Rechners 15 hängt ab von der Eingabe.

50 Eingegeben werden fortlaufend: die Drehzahl der Spulspindel 6, die durch Meßföhler 18 ermittelt wird; das Ausgangssignal der dem Rechner vorgesetzten Programmmeinheit 19, die vorzugsweise frei programmierbar ist und in der die Spulverhältnisse eingegeben worden sind, die im Verlauf der Spulreise in den einzelnen Phasen mit Präzisionswicklung nacheinander gefahren werden sollen.

55 Mit Vorteil wird auch durch Meßföhler 17 die aktuelle Changiergeschwindigkeit bzw. Doppelhubzahl durch Meßföhler 17 abgetastet und dem Rechner eingegeben. Der Rechner 15 führt einen Soll-/Ist-Wert-Vergleich durch und regelt die Changiergeschwindigkeit der durch Asynchronmotor 9 angetriebenen Changiereinrichtungen auf den Soll-Wert. Soll-Wert der Changiergeschwindigkeit ist der Wert, der sich aus der augenblicklich durch Meßföhler 18 gemessenen Drehzahl der Spulspindel 6, dividiert durch das Spulverhältnis, ergibt, das für die jeweilige Aufwickelphase vorberechnet und dem Rechner 15 durch Programmmeinheit 19 eingegeben wird.

Die Hauptaufgabe des Rechners 15 besteht darin, diese Sollwertermittlung der Changiergeschwindigkeit durchzuführen.

Hierzu erhält der Rechner zunächst einmal durch den Programmspeicher bzw. Programmgeber 19 die vorausberechneten, im Sinne der Erfindung idealen und gespeicherten Spulverhältnisse. Aus jedem dieser idealen Spulverhältnisse und aus dem Ausgangswert, z.B. dem oberen Grenzwert (OGC) der Changiergeschwindigkeit errechnet der Rechner jeweils eine "ideale" Spindeldrehzahl. Dem Programmgeber können jedoch auch die zuvor aus den "idealnen" Spulverhältnissen unter Berücksichtigung des Ausgangswertes der Changiergeschwindigkeit errechneten Spindeldrehzahlen eingegeben werden, so daß diese Rechenoperation nicht vom Rechner vorgenommen werden muß. Jedenfalls werden die Werte der "idealnen" Spindeldrehzahlen mit den aktuellen, durch den Meßfühler 18 ermittelten Spindeldrehzahlen verglichen. Wenn der Rechner Identität der Spindeldrehzahlen feststellt, gibt er als Ausgangssignal 20 den ebenfalls durch Programmgeber 19 vorgegebenen Ausgangswert der Changiergeschwindigkeit als Sollwert dem Frequenzwandler 13 vor. Im folgenden Verlauf der Spulreise vermindert der Rechner diesen Sollwert der Changiergeschwindigkeit proportional zur ständig gemessenen Spindeldrehzahl, die mit wachsendem Spulendurchmesser bei konstanter Spulenumfangsgeschwindigkeit hyperbolisch abnimmt. Das vorgegebene "ideale" Spulverhältnis bleibt also während dieser Stufe der Präzisionswicklung konstant. Sobald der Rechner nunmehr feststellt, daß sich die aktuell gemessene Spindeldrehzahl der durch das nächste als "ideal" vorgegebene Spulverhältnis ermittelten "idealnen" Spindeldrehzahl annähert, wird als Ausgangssignal 20 wiederum der Ausgangswert der Changiergeschwindigkeit als Sollwert vorgegeben. Es folgt eine neue Stufe der Präzisionswicklung.

Da die Zuliefersgeschwindigkeit des Fadens zu der Spule konstant ist (z.B. Spinnen eines Chemiefadens) und aus diesem Grunde die Oberflächengeschwindigkeit der Spule trotz steigenden Durchmessers konstant bleiben muß, nimmt die Drehzahl der Spulspindel im Verlaufe der Spulreise hyperbolisch ab. Es ist nun weiterhin erforderlich, daß die Fadenspannung des Fadens auf der Spule innerhalb gewisser Grenzen bleibt, um einen ordnungsgemäßen Spulenaufbau zu bewirken. Aus diesem Grunde muß die Changiergeschwindigkeit innerhalb vorgegebener, enger Grenzen OGC und UGC bleiben. Dabei wird in jeder Phase P der Spulreise bzw. des Durchmesseraufbaus ein bestimmtes ideales Spulverhältnis K konstant vorgegeben und einprogrammiert. Ein konstantes Spulverhältnis K während einer Aufwickelphase P bedeutet, daß die Changiergeschwindigkeit proportional zur Spindelgeschwindigkeit abnimmt. Diese Abnahme der Changiergeschwindigkeit kann nur so lange zugelassen werden, bis der untere Grenzwert UGC der Changiergeschwindigkeit zumindest annähernd erreicht ist. Das bedeutet im Diagramm nach Fig. 1 und Fig. 1A, daß der obere Grenzwert OGK des Spulverhältnisses erreicht ist. Nunmehr muß die Changiergeschwindigkeit wieder sprunghaft auf ihren oberen Grenzwert OGC erhöht werden. Diese sprunghaft Erhöhung der Changiergeschwindigkeit bedeutet in Fig. 1, Fig. 1A eine sprunghafte Absenkung des Spulverhältnisses K auf seinen unteren Grenzwert UGK.

Es ergibt sich heraus, daß in der geschilderten Ausführung der obere Grenzwert der Changiergeschwindigkeit eine konstante Größe ist, die im Laufe der Spulreise fortlaufend neu eingestellt wird. Sie wird immer dann eingestellt, wenn diese Größe in Relation zur aktuellen Spindeldrehzahl einen vorberechneten, idealen Wert annimmt. Der untere Grenzwert der Changiergeschwindigkeit

ist dagegen lediglich eine rechnerische Größe, die den größten zulässigen Abfall der Changiergeschwindigkeit angibt, der in Wirklichkeit jedoch selten oder nie erreicht wird und lediglich bei der Berechnung des oberen Grenzwerts eine Rolle spielt. Es sei bemerkt, daß das Verfahren auch umgekehrt gesteuert werden kann. Man kann den unteren Grenzwert der Changiergeschwindigkeit als realen, immer wieder angefahrenen Grenzwert vorgeben. Der obere Grenzwert gibt dann den größten zulässigen Sprung der Changiergeschwindigkeit nach oben an. Er wird jedoch in Wirklichkeit nur in Ausnahmesituationen angefahren, wenn dieser obere Grenzwert in Relation zur augenblicklichen Spindeldrehzahl zufällig einem als ideal vorausberechneten Wert hat.

Wie erwähnt, darf die Fadenspannung nur innerhalb gewisser Grenzen schwanken, so daß der Bereich zwischen den Grenzwerten der Changiergeschwindigkeit OGC und UGC sehr eng ist. Das bedeutet weiterhin, daß zwei Spulverhältnisse K1 und K2 der beiden aufeinanderfolgenden Spulphasen P1 und P2 verhältnismäßig dicht beieinander liegen müssen. Trotzdem müssen die aufeinanderfolgenden Spulverhältnisse so ausgewählt werden, daß die Gefahr einer Spiegelbildung nicht besteht. Dadurch wird die Zahl der zur Auswahl stehenden günstigen Spulverhältnisse relativ beschränkt und es kann nicht vermieden werden, daß ein günstiges Spulverhältnis für K1 sehr nahe bei einem anderen ungünstigen Spulverhältnis liegt, das zu Wulstbildungen führt. So war es z.B. erforderlich, für K1 ein Spulverhältnis von 4,08631 zu wählen, das bei exakter Einhaltung einen guten Wicklungsaufbau ergibt. Dieser gute Wicklungsaufbau wurde bei Nachfahren des Spulverhältnisses im Laborbetrieb auch wirklich erzielt. Bei praxisgerechtem Betrieb stellte sich jedoch heraus, daß sich trotz der richtigen Vorausberechnung des Spulverhältnisses eine sehr starke Wulstbildung zeigte. Messungen aus Spindeldrehzahl und Changiergeschwindigkeit ergaben, daß das Spulverhältnis in Wirklichkeit bei 4,08696 lag. Trotz dieser äußerst geringen Abweichung von nur 0,015% ergab sich mithin ein sehr schlechter Spulenaufbau, hervorgerufen durch die Abweichung des tatsächlich ausgeführten Spulverhältnisses von dem als gut vorausberechneten und eingestellten Spulverhältnis. Erfahrungsgemäß wurde nun ohne Erhöhung der Genauigkeitsanforderungen an die Meßdatenerfassung sowie die Einstellung und Regelung der Changiergeschwindigkeit wiederum das erstgenannte Spulverhältnis = 4,08631 eingestellt und außerdem dieser Sollwert in einer theoretischen Sinuslinie moduliert. Hierzu wurde der zugehörige Sollwert der Changiergeschwindigkeit bei einer Modulationsfrequenz von 20 pro Minute sinusförmig um  $\pm 0,005\%$  verändert.

Durch diese elektronisch und elektrisch einfach zu bewirkende Maßnahme konnte die Wulstbildung völlig eliminiert und ein einwandfreier Wicklungsaufbau erzielt werden. Es zeigte sich, daß der Spulenaufbau mit steigender Modulationsfrequenz besser wurde.

Fig. 1A zeigt unmaßstäblich die sinusförmige Modulation des Spulverhältnisses mit der Modulationsamplitude (Modulationsbreite) A und einer gewissen Modulationsfrequenz.

Im Verlaufe der Spulreise, bei der Spulverhältnisse zwischen 7,1227 und 1,3599 durchfahren wurden, wurde der Wert der Modulationsbreite um 0,1 Promille des jeweiligen Spulverhältnisses gleichmäßig bei jeder Absenkung des Spulverhältnisses angehoben und hierdurch ein guter Spulenaufbau erzielt.

Zur Erzielung dieser Modulation der Changiergeschwindigkeit wird der Programmeinheit 19 weiterhin ein Programm zur sinusförmigen Modulation der Changiergeschwindigkeit eingegeben. Dieses Programm kann eine konstante oder variable, z.B. im Laufe der Spureise zunehmende Modulationsamplitude (Modulationsbreite) vorsehen. Dabei beträgt die Modulationsbreite nach dieser Erfindung jedenfalls weniger als 0,5%, vorzugsweise weniger als 0,1%. Dabei ist hervorzuheben, daß die Modulationsamplitude möglichst eng gewählt werden sollte, da sich hierdurch die Qualität der Spule verbessert hat. Dabei ist zu berücksichtigen, wie dicht die Spulverhältnisse beieinander liegen müssen, um unzulässige Fadenspannungsänderungen zu vermeiden, trotzdem aber einen guten Spulenaufbau zu erhalten. Je geringer der Unterschied zwischen den Spulverhältnissen ist, desto geringer wird auch die Modulationsbreite gewählt. Im allgemeinen beträgt die Modulationsbreite, mit der die Changiergeschwindigkeit verändert wird, weniger als 1 Promille.

#### Ansprüche

##### 1. Verfahren zum Aufwickeln von Fäden,

insbesondere frisch gesponnenen oder verstreckten Chemiefäden, zu zylindrischen Kreuzspulen in gestufter Präzisionswicklung,

wobei die Changiergeschwindigkeit in jeder Stufe der Präzisionswicklung proportional zur Spindeldrehzahl vermindert und sodann zur Erreichung eines vorgegebenen kleinen Spulverhältnisses (Spindeldrehzahl / Doppelhubzahl) wieder sprunghaft erhöht wird,

##### dadurch gekennzeichnet, daß

die Changiergeschwindigkeit durch ihren Mittelwert vorgegeben wird und ständig wiederkehrende Abweichungen zugelassen werden, sofern diese Abweichungen A weniger als 0,5% betragen und ständig wiederkehrend mit einer Frequenz von mehr als 5 pro Minute erfolgen.

##### 2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß

5 die Modulationsbreite A des Spulverhältnisses maximal 0,1% beträgt.

##### 3. Verfahren nach Anspruch 2,

10 dadurch gekennzeichnet, daß

die Modulationsbreite A des Spulverhältnisses weniger als 0,2 Promille beträgt.

15 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, daß

20 die Modulationsfrequenz größer als 10 pro Minute ist, vorzugsweise größer als 30 pro Minute ist.

##### 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, daß

25 die Modulation in Abhängigkeit von Störungen, z.B. Schwingungen, Geräuschen erfolgt, die von der Aufwickleinrichtung ausgehen.

30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, daß

35 die Modulation in Abhängigkeit von dem Aufbau der Spulenoberfläche durch Abtasten der Spulenoberfläche erfolgt.

##### 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, daß

40 die Modulationsbreite im Verlaufe der Spureise erhöht wird.

45

50

55

60

65

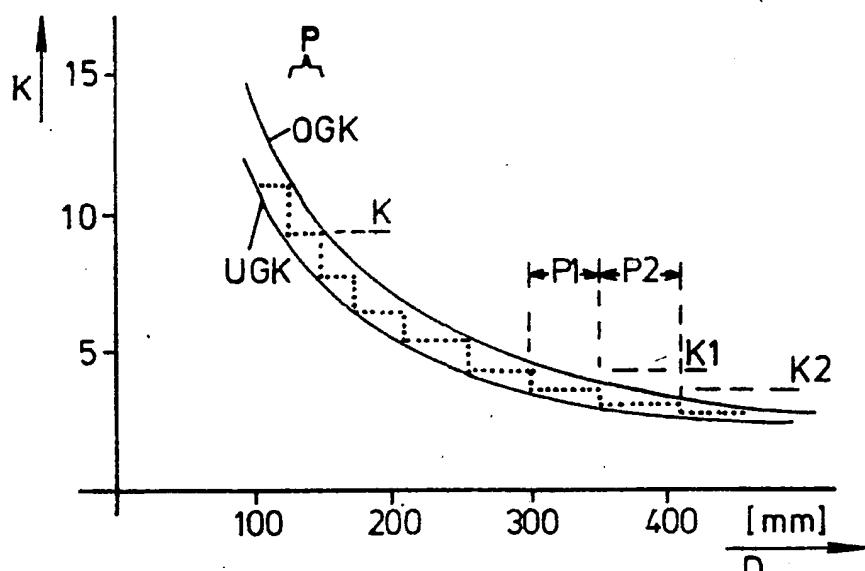


FIG.1

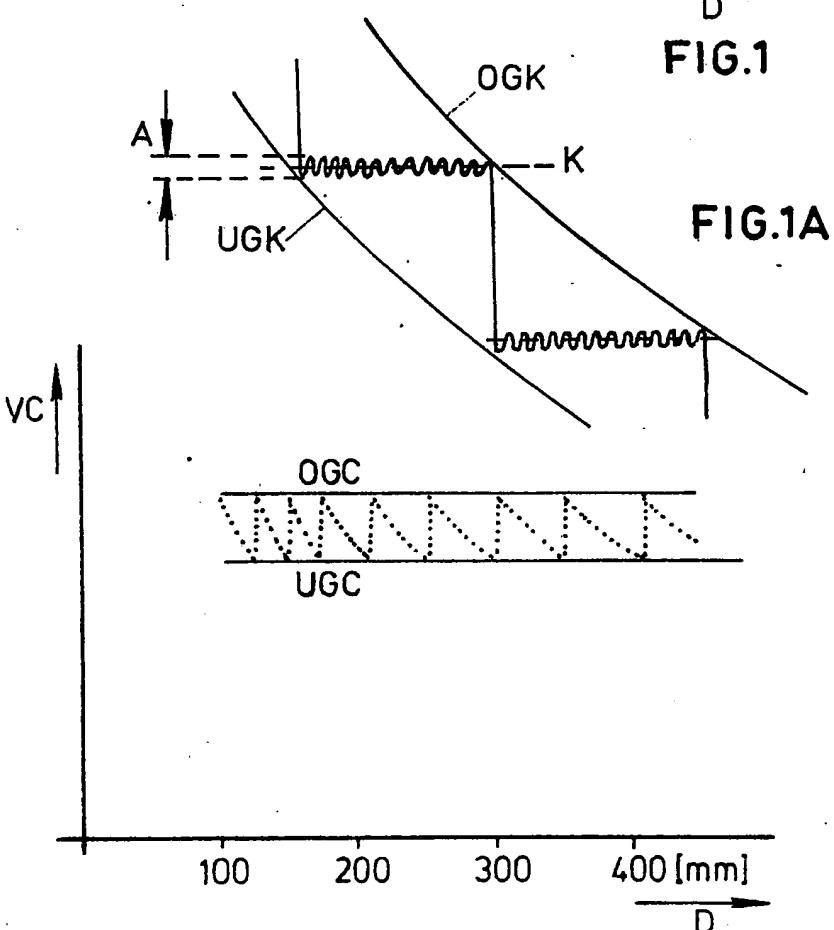


FIG.2

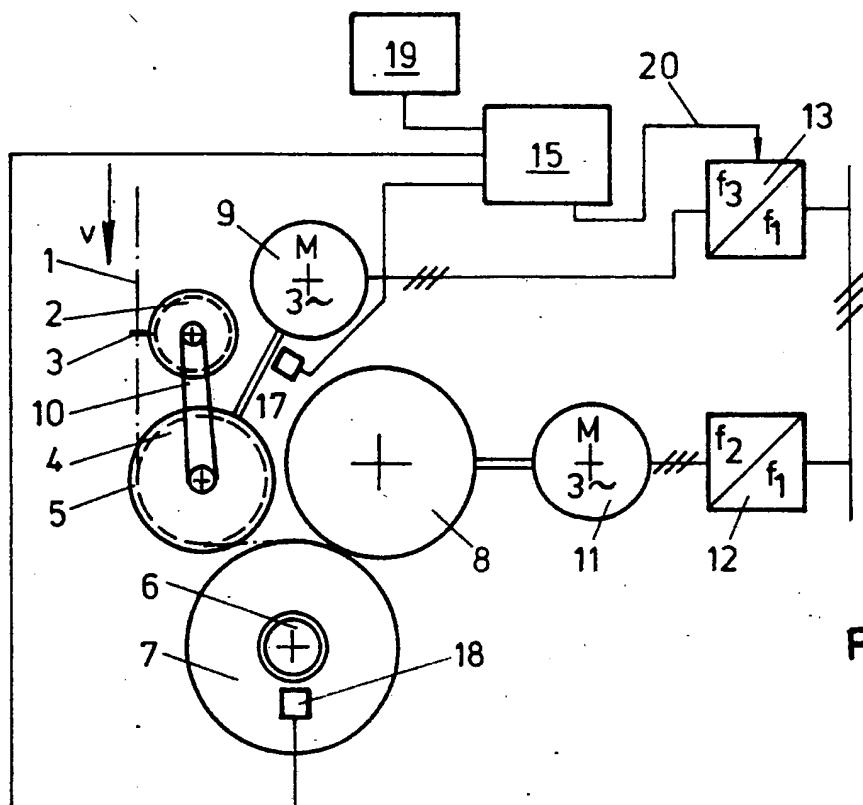


FIG.3